

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. April 2004 (01.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/027887 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 41/083,**  
41/047

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE2003/002730**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. August 2003 (13.08.2003)

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHÜRZ, Willibald**  
[AT/DE]; Lindenweg 3, 93188 Pienhofen (DE). **SIM-**  
**MET, Martin** [DE/DE]; Hebbgring 44, 93077 Bad Ab-  
bach (DE).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

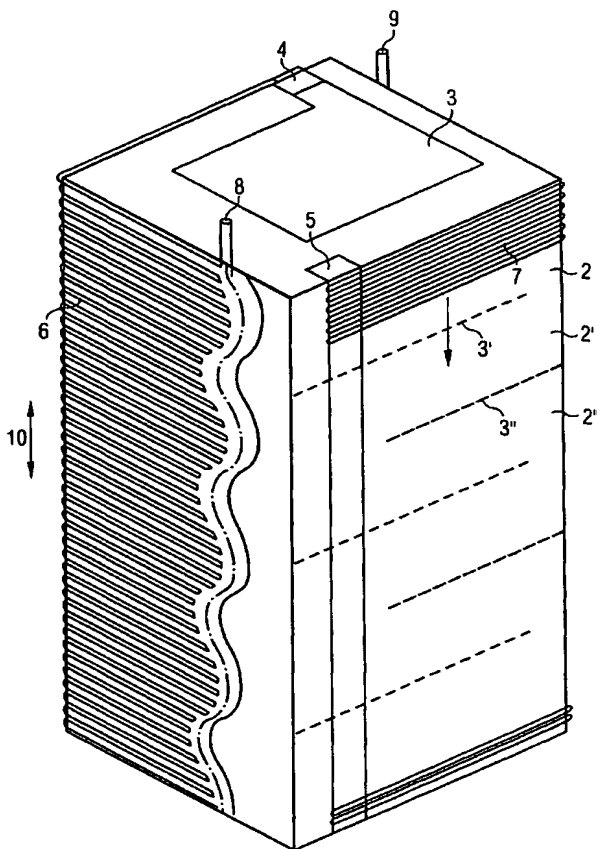
(30) Angaben zur Priorität:  
102 41 992.2 11. September 2002 (11.09.2002) **DE**

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**  
**SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **PIEZOELECTRIC ACTUATOR**

(54) Bezeichnung: **PIEZOELEKTRISCHER AKTOR**



(57) Abstract: The invention relates to a piezoelectric actuator (1) comprising a stack of a plurality of individual piezoelectric actuator elements (2, 2', 2'') which are arranged between inner electrodes (3, 3', 3''). Said piezoelectric actuator comprises a first metallisation strip (4) and a second metallisation strip (5), the inner electrodes (3, 3', 3'') being respectively connected to the first or second metallisation strips (4, 5) in an alternating manner. A first outer electrode (6) and a second outer electrode (7) are fixed to the first or the second metallisation strips (4, 5) in order to electrically contact the piezoelectric actuator (1). Said outer electrodes (6, 7) respectively comprise a connection element (8, 9) for externally contacting the piezoelectric actuator (1), and at least one region which is embodied in such a way that it compensates length variations of the piezoelectric actuator (1) in the main oscillation direction (10) as a result of its design and arrangement. The elastic deformation exclusively extends inside a plane which is parallel to the main oscillation direction (10).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Aktor (1) mit einem Stapel mehrerer, zwischen Innenelektroden (3, 3', 3'') angeordneten, einzelnen piezoelektrischen Aktorelementen (2, 2', 2''). Der piezoelektrische Aktor weist einen ersten Metallisierungstreifen (4) und einen zweiten Metallisierungstreifen (5) auf, wobei die Innenelektroden (3, 3', 3'') jeweils alternierend mit dem ersten beziehungsweise zweiten Metallisierungstreifen (4, 5) verbunden sind. Zur elektrischen Kontaktierung des piezoelektrischen Aktors (1) ist eine erste Aussenielektrode (6) und eine zweite Aussenielektrode (7) an den ersten beziehungsweise an den zweiten Metallisierungstreifen (4, 5) befestigt. Die Aussenielektroden (6, 7) weisen jeweils ein Anschlusselement (8, 9) zur Aussenkontaktierung des

piezoelektrischen Aktors (1) auf. Die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:

2. September 2004

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Aussenelektrodene (6, 7) umfassen mindestens einen Bereich, der so ausgebildet ist, dass er Längenänderungen des piezoelektrischen Aktors (1) in Hauptschwingungsrichtung (10) aufgrund seiner Formgebung und Anordnung ausgleicht. Wobei die elastische Verformung ausschliesslich innerhalb jeweils einer Ebene verläuft, die parallel zur Hauptschwingungsrichtung (10) liegt.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02730

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L41/083 H01L41/047

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | EP 1 065 735 A (EPCOS AG ; SIEMENS AG (DE)) 3 January 2001 (2001-01-03)<br>column 7, line 21 - column 8, line 48<br>figures 1A-3C | 1,2,5                 |
| X          | DE 199 17 728 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>26 October 2000 (2000-10-26)<br>column 2, line 42 - column 5, line 25<br>figure 7          | 1,2,5                 |
| X          | DE 101 13 744 A (RICHTER HANS)<br>20 June 2002 (2002-06-20)<br>column 2, line 2 - column 3, line 17<br>figure 1                   | 1,2                   |
|            | -----<br>-/-  |                       |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 July 2004

Date of mailing of the international search report

16/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Köpf, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02730

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 1997, no. 01,<br>31 January 1997 (1997-01-31)<br>-& JP 08 242025 A (HITACHI METALS LTD),<br>17 September 1996 (1996-09-17)<br>abstract; figures 10-12  | 1,2                   |
| X          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 2002, no. 11,<br>6 November 2002 (2002-11-06)<br>-& JP 2002 202024 A (DENSO CORP),<br>19 July 2002 (2002-07-19)<br>abstract; figures 9,10,13,14        | 1,2                   |
| X          | DE 199 13 271 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>28 September 2000 (2000-09-28)<br>column 5, line 15 - column 6, line 55<br>figures 7,9,11   | 1                     |
| X          | DE 199 28 189 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>19 April 2001 (2001-04-19)<br>abstract<br>column 3, line 17 - column 4, line 16<br>figure 11  | 1                     |
| X          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 1998, no. 02,<br>30 January 1998 (1998-01-30)<br>-& JP 09 270539 A (CHICHIBU ONODA CEMENT<br>CORP), 14 October 1997 (1997-10-14)<br>abstract; figure 1 | 1                     |
| A          | DE 100 17 975 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>25 October 2001 (2001-10-25)<br>abstract<br>page 3, line 35 - line 41<br>figures 1-3  | 1-12                  |
| A          | DE 199 28 780 A (SIEMENS AG)<br>4 January 2001 (2001-01-04)<br>column 5, line 57 - column 7, line 22<br>figures 1-5  | 7-11                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/02730

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)   | Publication<br>date  |
|---|---|---------------------|--|--|
| EP 1065735                                | A | 03-01-2001          | EP 1065735 A2<br>US 6528927 B1   | 03-01-2001<br>04-03-2003   |
| DE 19917728                               | A | 26-10-2000          | DE 19917728 A1<br>CN 1302458 T<br>WO 0063980 A1<br>EP 1090431 A1<br>JP 2002542630 T                    | 26-10-2000<br>04-07-2001<br>26-10-2000<br>11-04-2001<br>10-12-2002               |
| DE 10113744                               | A | 20-06-2002          | DE 10113744 A1<br>AU 1899202 A<br>WO 0243110 A2<br>US 2002061400 A1                                    | 20-06-2002<br>03-06-2002<br>30-05-2002<br>23-05-2002                             |
| JP 08242025                               | A | 17-09-1996          | NONE   |  |
| JP 2002202024                             | A | 19-07-2002          | EP 1162671 A2<br>US 2001047796 A1  | 12-12-2001<br>06-12-2001   |
| DE 19913271                               | A | 28-09-2000          | DE 19913271 A1<br>WO 0057497 A1<br>DE 59908385 D1<br>EP 1173895 A1<br>JP 2002540750 T<br>US 6573639 B1 | 28-09-2000<br>28-09-2000<br>26-02-2004<br>23-01-2002<br>26-11-2002<br>03-06-2003 |
| DE 19928189                               | A | 19-04-2001          | DE 19928189 A1<br>CZ 20010576 A3<br>WO 0079607 A1<br>EP 1110249 A1<br>JP 2003502869 T<br>US 6411018 B1 | 19-04-2001<br>15-08-2001<br>28-12-2000<br>27-06-2001<br>21-01-2003<br>25-06-2002 |
| JP 09270539                               | A | 14-10-1997          | NONE   |  |
| DE 10017975                               | A | 25-10-2001          | DE 10017975 A1<br>CZ 20023364 A3<br>WO 0178158 A1<br>EP 1275160 A1<br>JP 2004508695 T                  | 25-10-2001<br>14-05-2003<br>18-10-2001<br>15-01-2003<br>18-03-2004               |
| DE 19928780                               | A | 04-01-2001          | DE 19928780 A1   | 04-01-2001   |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Nationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02730

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01L41/083 H01L41/047

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                      | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X          | EP 1 065 735 A (EPCOS AG ; SIEMENS AG (DE)) 3. Januar 2001 (2001-01-03)<br>Spalte 7, Zeile 21 - Spalte 8, Zeile 48<br>Abbildungen 1A-3C | 1,2,5              |
| X          | DE 199 17 728 A (BOSCH GMBH ROBERT) 26. Oktober 2000 (2000-10-26)<br>Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 25<br>Abbildung 7             | 1,2,5              |
| X          | DE 101 13 744 A (RICHTER HANS) 20. Juni 2002 (2002-06-20)<br>Spalte 2, Zeile 2 - Spalte 3, Zeile 17<br>Abbildung 1                      | 1,2                |
|            | -----<br>-/--   |                    |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Köpf, C

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |  |                    |
|--|--|--------------------|
| Kategorie*   | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
| X  | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>Bd. 1997, Nr. 01,<br>31. Januar 1997 (1997-01-31)<br>-& JP 08 242025 A (HITACHI METALS LTD),<br>17. September 1996 (1996-09-17)<br>Zusammenfassung; Abbildungen 10-12 | 1,2                |
| X  | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>Bd. 2002, Nr. 11,<br>6. November 2002 (2002-11-06)<br>-& JP 2002 202024 A (DENSO CORP),<br>19. Juli 2002 (2002-07-19)<br>Zusammenfassung; Abbildungen 9,10,13,14      | 1,2                |
| X  | DE 199 13 271 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>28. September 2000 (2000-09-28)<br>Spalte 5, Zeile 15 - Spalte 6, Zeile 55<br>Abbildungen 7,9,11  | 1                  |
| X  | DE 199 28 189 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>19. April 2001 (2001-04-19)<br>Zusammenfassung<br>Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 4, Zeile 16<br>Abbildung 11   | 1                  |
| X  | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>Bd. 1998, Nr. 02,<br>30. Januar 1998 (1998-01-30)<br>-& JP 09 270539 A (CHICHIBU ONODA CEMENT<br>CORP), 14. Oktober 1997 (1997-10-14)<br>Zusammenfassung; Abbildung 1 | 1                  |
| A  | DE 100 17 975 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>25. Oktober 2001 (2001-10-25)<br>Zusammenfassung<br>Seite 3, Zeile 35 - Zeile 41<br>Abbildungen 1-3   | 1-12               |
| A  | DE 199 28 780 A (SIEMENS AG)<br>4. Januar 2001 (2001-01-04)<br>Spalte 5, Zeile 57 - Spalte 7, Zeile 22<br>Abbildungen 1-5  | 7-11               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02730

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 1065735 A                                       | 03-01-2001                    | EP 1065735 A2                     | 03-01-2001                    |
|  |                               | US 6528927 B1                     | 04-03-2003                    |
| DE 19917728 A                                      | 26-10-2000                    | DE 19917728 A1                    | 26-10-2000                    |
|  |                               | CN 1302458 T                      | 04-07-2001                    |
|  |                               | WO 0063980 A1                     | 26-10-2000                    |
|  |                               | EP 1090431 A1                     | 11-04-2001                    |
|  |                               | JP 2002542630 T                   | 10-12-2002                    |
| DE 10113744 A                                      | 20-06-2002                    | DE 10113744 A1                    | 20-06-2002                    |
|  |                               | AU 1899202 A                      | 03-06-2002                    |
|  |                               | WO 0243110 A2                     | 30-05-2002                    |
|  |                               | US 2002061400 A1                  | 23-05-2002                    |
| JP 08242025 A                                      | 17-09-1996                    | KEINE                             |                               |
| JP 2002202024 A                                    | 19-07-2002                    | EP 1162671 A2                     | 12-12-2001                    |
|  |                               | US 2001047796 A1                  | 06-12-2001                    |
| DE 19913271 A                                      | 28-09-2000                    | DE 19913271 A1                    | 28-09-2000                    |
|  |                               | WO 0057497 A1                     | 28-09-2000                    |
|  |                               | DE 59908385 D1                    | 26-02-2004                    |
|  |                               | EP 1173895 A1                     | 23-01-2002                    |
|  |                               | JP 2002540750 T                   | 26-11-2002                    |
|  |                               | US 6573639 B1                     | 03-06-2003                    |
| DE 19928189 A                                      | 19-04-2001                    | DE 19928189 A1                    | 19-04-2001                    |
|  |                               | CZ 20010576 A3                    | 15-08-2001                    |
|  |                               | WO 0079607 A1                     | 28-12-2000                    |
|  |                               | EP 1110249 A1                     | 27-06-2001                    |
|  |                               | JP 2003502869 T                   | 21-01-2003                    |
|  |                               | US 6411018 B1                     | 25-06-2002                    |
| JP 09270539 A                                      | 14-10-1997                    | KEINE                             |                               |
| DE 10017975 A                                      | 25-10-2001                    | DE 10017975 A1                    | 25-10-2001                    |
|  |                               | CZ 20023364 A3                    | 14-05-2003                    |
|  |                               | WO 0178158 A1                     | 18-10-2001                    |
|  |                               | EP 1275160 A1                     | 15-01-2003                    |
|  |                               | JP 2004508695 T                   | 18-03-2004                    |
| DE 19928780 A                                      | 04-01-2001                    | DE 19928780 A1                    | 04-01-2001                    |